



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】車両の舵取り機構を駆動制御するための車両用操舵装置であって、

車両の制動機構の作動を検出する制動作動検出手段と、  
車両の左右車輪の車輪速のいずれが大きいかを判別する速度比較手段と、

車両の左右の車輪の速度差が所定のしきい値を超えているかどうかを判定する速度判定手段と、

上記制動作動検出手段が制動機構の作動を検出したことに応答して、上記速度判定手段が左右の車輪の速度差が上記所定のしきい値を超えていると判定していることを条件に、上記速度比較手段による判別結果に基づいて、上記左右の車輪のうち速度の小さい車輪の方向に制御舵角を加えるように上記舵取り機構を制御する舵取り制御手段とを含むことを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項2】上記舵取り機構は、上記制動機構の作動が検出された後、一定時間経過後における上記速度差がしきい値を超えていることを条件に、上記左右の車輪のうち速度の小さい車輪の方向に制御舵角を加えるように上記舵取り機構を制御するものであることを特徴とする請求項1記載の車両用操舵装置。

【請求項3】上記制御舵角が一定値であることを特徴とする請求項1または2記載の車両用操舵装置。

【請求項4】上記制御舵角を上記左右の車輪の制動状況の差に応じて可変設定する手段をさらに含むことを特徴とする請求項1または2記載の車両用操舵装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、舵取り機構の制御によって車両の姿勢制御を行うことができる車両用操舵装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ステアリングホイールと舵取り車輪を転舵するための舵取り機構との機械的な結合を無くし、ステアリングホイールの操作方向および操作量を検出するとともに、その検出結果に基づいて、舵取り機構に電動モータ等のアクチュエータからの駆動力を与えるようにした車両用操舵装置（ステアバイワイヤシステム）が提案されている（たとえば、特開平9-142330号公報参照）。

【0003】このような構成を採用することにより、舵取り機構とステアリングホイールとを機械的に連結する必要がないので、衝突時におけるステアリングホイールの突き上げを防止できるとともに、舵取り機構の構成を簡素化および軽量化することができる。また、ステアリングホイールの配設位置の自由度が増し、さらには、ステアリングホイール以外のレバーまたはペダル等の他の操作部材の採用をも可能とすることができる。

【0004】上記のような構成の車両用操舵装置においては、ステアリングホイールの操作と舵取り機構の動作

との関係を電氣的制御によって、自由に変更することができるので、車両の運転性能を飛躍的に向上できるものと期待されている。たとえば、ステアリングホイールの操作トルクまたは操作角に対応する目標ヨーレートまたは目標横加速度を求め、これらに基づいて舵取り機構の動作を制御することによって、車両の姿勢制御を行うことができ、操舵に対する車両の運動特性を最適化できる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなステア・バイ・ワイヤ・システムによって車両の姿勢制御を行う場合、車両の実ヨーレートを検出する一方で、ステアリングホイールの操作に応じた目標ヨーレートが定められる。そして、実ヨーレートを目標ヨーレートに近づけるように、舵取り機構の転舵角が定められる。より具体的には、実ヨーレートと目標ヨーレートとの偏差に基づいて目標転舵角が求められ、この目標転舵角に舵取り機構の実際の転舵角を一致させるように、舵取り機構が制御される。

【0006】ところが、目標ヨーレートと実ヨーレートとの偏差に基づいて、常時、操舵アクチュエータを制御すると、過剰制御状態となり、平常の直進走行時であっても、とくに低速走行時において、横揺れが発生するという問題が生じることがわかっている。この問題に対処するために、一定のしきい値条件を設定して、操舵アクチュエータの制御を鈍化させることが考えられる。すなわち、たとえば、目標ヨーレートと実ヨーレートとの偏差が一定のしきい値に達するまでは、操舵アクチュエータの制御による姿勢制御は行わない。

【0007】ところが、このような構成を採用すると、制御に遅れが生じることになるから、たとえば、いわゆる $\mu$ スプリット路上では、車両姿勢の乱れを効果的に抑制することができない。 $\mu$ スプリット路とは、車両の右側と左側とで路面の摩擦係数が著しく異なる路面をいい、たとえば、右側車輪が乾いたアスファルト路上にあり、左側車輪が氷面上にある場合が典型例である。このような、 $\mu$ スプリット路上において車両の制動機構を作動させると、高 $\mu$ （高摩擦係数）側で大きな制動力が発生し、これに伴う大きなヨーモーメントが速やかに生じて、車両姿勢に乱れを生じる。したがって、いわゆるカウンタ操舵制御を行って、逆方向の制御ヨーモーメントを車両に与え、車両姿勢の安定化を図ることが好ましい。

【0008】ところが、制御に遅れが生じる上述の構成では、制動初期のヨーモーメントを抑制することができないから、車両の姿勢に大きな乱れが生じることを免れない。制御の遅れの原因は、ほかに、目標ヨーレートの演算による遅れや操舵アクチュエータの応答性に起因する遅れなどがあり、全体で120ミリ秒～130ミリ秒程度となる。このような制御遅れは、 $\mu$ スプリット路

上における制動時には無視することができない。

【0009】そこで、この発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、制動時における車両姿勢の安定化に寄与することができる車両用操舵装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記の目的を達成するための請求項1記載の発明は、車両の舵取り機構(2, 3)を駆動制御するための車両用操舵装置であって、車両の制動機構(53, 54)の作動を検出する制動作動検出手段(60, 50, S1)と、車両の左右車輪の車輪速のいずれが大きいかを判別する速度比較手段(60, 50, S3)と、車両の左右の車輪の速度差が所定のしきい値を超えているかどうかを判定する速度判定手段(60, 50, S2)と、上記制動作動検出手段が制動機構の作動を検出したことに応答して、上記速度判定手段が左右の車輪の速度差が上記所定のしきい値を超えていると判定していることを条件に、上記速度比較手段による判別結果に基づいて、上記左右の車輪のうち速度の小さい車輪の方向に制御舵角を加えるように上記舵取り機構を制御する舵取り制御手段(20, S4, S5)とを含むことを特徴とする車両用操舵装置である。括弧内の英数字は、後述の実施形態における対応構成要素等を表す。以下、この項において同じ。

【0011】この発明によれば、制動機構が作動して車両に制動力が与えられたときに、左右の車輪の車輪速の差(速度差)が所定のしきい値を超えているかどうかを判断される。制動時において、左右の車輪の速度差が大きい場合には、車両が走行中の路面の摩擦係数が車両の左右で大きく異なっている可能性が高い。そこで、このような場合には、車輪速が小さい方の車輪の方向に制御舵角を加えるように舵取り機構が制御される。これによって、車両の左右での路面摩擦係数の相違に起因して車両に働くヨーモーメントを打ち消す制御ヨーモーメントが車両に与えられる。

【0012】このようにこの発明では、制動機構の作動時には、左右車輪の速度差がしきい値を超えているか否かに基づいて、舵取り機構の速やかな制御が行われる。これにより、いわゆるμスプリット路面上を走行中に制動操作が行われたときには、この制動に起因して車両に働くヨーモーメントを打ち消すための姿勢制御を良好な応答性で行わせることができる。請求項2記載の発明は、上記舵取り機構は、上記制動機構の作動が検出された後、一定時間経過後における上記速度差がしきい値を超えていることを条件に、上記左右の車輪のうち速度の小さい車輪の方向に制御舵角を加えるように上記舵取り機構を制御するものであることを特徴とする請求項1記載の車両用操舵装置である。

【0013】この発明によれば、制動機構の作動が検出された後一定期間経過後における速度差に基づいて制御

舵角を加えるか否かの判断が行われる。これにより、制御が過剰になることを防止することができ、通常の制動時における誤動作を防止できる。上記一定時間は、車両の姿勢に大きな乱れが生じないように、40～70ミリ秒程度の微小時間とすることが好ましい。具体的には、たとえば、舵取り制御手段が一定の制御周期(10ミリ秒)ごとに舵取り機構の制御を繰り返す行う場合には、この制御周期の4周期～5周期程度の時間とすればよい。

【0014】請求項3記載の発明は、上記制御舵角が一定値であることを特徴とする請求項1または2記載の車両用操舵装置である。この発明では、左右の車輪の速度差がしきい値を超えている場合に舵取り機構の舵角に加えられる制御舵角が一定値とされているので、舵取り制御手段の制御動作が簡単になる。それに応じて、舵取り機構を速やかに制御することができるから、車両の制動の初期に生じるヨーモーメントを効果的に抑制することができる。

【0015】請求項4記載の発明は、上記制御舵角を上記左右の車輪の制動状況の差に応じて可変設定する手段をさらに含むことを特徴とする請求項1または2記載の車両用操舵装置である。この発明によれば、左右の車輪の制動状況の差に応じて上記制御舵角が可変設定されるから、左右の車輪がそれぞれ接する路面の摩擦係数の差の大小などに応じた適切な制御ヨーモーメントを舵取り機構の制御によって車両に与えることができる。これにより、制動時において、より適切な姿勢制御を行える。

【0016】この発明の車両用操舵装置は、制動機構を制御するための制動制御手段(60)と協働するものであってもよい。この場合には、制動制御手段において、制動機構の作動および車両の左右の車輪速を検出するようにしてもよい。さらに、制動制御手段において、左右車輪の速度を大小比較することとしておいてもよいし、さらに、左右車輪の速度差としきい値との大小比較を行うようにしておいてもよい。

【0017】この場合には、舵取り制御手段と制動制御手段とを適当な通信ライン(50)を介して接続しておけばよい。すなわち、舵取り制御手段は、たとえば、制動機構が作動されたか否か、左右車輪のいずれの車輪速が大きいか、および左右車輪の速度差がしきい値を超えているか否かをそれぞれ表すデータを、通信ラインを介して制動制御手段から取得するようにしておけばよい。上記舵取り機構は、ステアリングホイールなどの操舵用操作部材(1)と舵取り機構との機械的な結合が無い、またはこのような機械的な結合を必要に応じて解除することができるように構成されていることが好ましい。このような構成であれば、操舵用操作部材の操作に対応して舵取り機構を電氣的に制御することで、運転者の意図に応じた操舵制御ができ、かつ、操舵用操作部材の操作に依存しない操舵制御により車両挙動の安定化を

図ることが容易である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、この発明の一実施形態に係る車両用操舵装置の基本的な構成を説明するための概念図である。この車両用操舵装置は、ステアリングホイール（操舵用操作部材）1の回転操作に応じて駆動される操舵用アクチュエータ2の動作をステアリングギア3によって前部左右車輪4A、4B（舵取り車輪）の転舵運動に変換することによって、ステアリングホイール1とステアリングギア3とを機械的に連結することなく、操舵を達成している。この場合に、操舵用アクチュエータ2およびステアリングギア3などにより、舵取り機構が構成されている。

【0019】操舵用アクチュエータ2は、たとえば公知のブラシレスモータ等の電動モータにより構成することができる。ステアリングギア3は、操舵用アクチュエータ2の出力シャフトの回転運動をステアリングロッド7の軸方向（車幅方向）の直線運動に変換する運動変換機構（ボールねじ機構など）を有する。ステアリングロッド7の運動は、タイロッド8を介してナックルアーム9に伝達され、このナックルアーム9の回動を引き起こす。これにより、ナックルアーム9に支持された車輪4A、4Bの転舵が達成される。

【0020】ステアリングホイール1は、車体に対して回転可能に支持された回転シャフト10に連結されている。この回転シャフト10には、ステアリングホイール1に操舵反力を与えるための反力アクチュエータ19が付設されている。具体的には、反力アクチュエータ19は、回転シャフト10と一体の出力シャフトを有するブラシレスモータ等の電動モータにより構成することができる。回転シャフト10のステアリングホイール1とは反対側の端部には、渦巻きばねなどからなる弾性部材30が車体との間に結合されている。この弾性部材30は、反力アクチュエータ19がステアリングホイール1にトルクを付加していないときに、その弾性力によって、ステアリングホイール1を直進操舵位置に復帰させる。

【0021】ステアリングホイール1の操作入力値を検出するために、回転シャフト10の回転角に対応する操作角 $\delta h$ を検出するための角度センサ11が設けられている。また、回転シャフト10には、ステアリングホイール1に加えられた操作トルクTを検出するためのトルクセンサ12が設けられている。一方、操舵用アクチュエータ2の出力値を検出するための出力値センサとして、車輪4A、4Bの転舵角 $\delta$ を検出する転舵角センサ13が設けられている。この転舵角センサ13は、操舵用アクチュエータ2によるステアリングロッド7の作動量を検出するポテンシオメータなどで構成することができる。

【0022】角度センサ11、トルクセンサ12および転舵角センサ13は、コンピュータ（ECU：電子制御ユニット）を含むステアリング系制御装置20（舵取り制御手段）に接続されている。ステアリング系制御装置20は、駆動回路22、23を介して操舵用アクチュエータ2と反力アクチュエータ19とを制御する。ステアリング系制御装置20には、さらに、車両の横加加速度Gyを検出するための横加加速度センサ15と、車両のヨーレート $\dot{\gamma}$ を検出するヨーレートセンサ16と、車速Vを検出する速度センサ14とが接続されている。

【0023】一方、ステアリング系制御装置20は、車両の制動を制御するための走行系制御装置60（制動制御手段）と、ライン50を介して通信を行い、データを授受するようになっている。そして、横加加速度センサ15、ヨーレートセンサ16および速度センサ14で検出された横加加速度Gy、ヨーレート $\dot{\gamma}$ および車速Vを表すデータは、ステアリング系制御装置20内で利用されるとともに、ライン50を介して走行系制御装置60にも伝送されるようになっている。

【0024】ブレーキペダル51の踏力に応じた制動圧は、マスターシリンダ52によって発生され、この制動圧は、制動圧制御ユニット53によって増幅されるとともに、前車輪4A、4Bおよび後車輪4C、4Dの各ブレーキ装置54に分配されて、各ブレーキ装置54が各車輪4A～4Dに制動力を作用させるようになっている。そして、制動圧制御ユニット53が、コンピュータ（ECU）により構成される走行系制御装置60によって制御されることにより、各車輪4A～4Dの制動圧が個別に制御されるようになっている。

【0025】走行系制御装置60には、ステアリング系制御装置20の他に、各車輪4A～4Dの制動力を個別に検出する制動力センサ61と、各車輪4A～4Dの各回転速度を個別に検出する車輪速センサ62とが接続されている。走行系制御装置60は、車輪速センサ62によって検出される各車輪4A～4Dの回転速度と制動力センサ61によるフィードバック値とに応じて、制動圧を増幅するとともに分配することができるよう制動圧制御ユニット53を制御する。これにより、各車輪4A～4Dの制動力を個別に制御することが可能とされている。なお、制動圧制御ユニット53は、ブレーキペダル51の操作がなされていない場合でも、内蔵のポンプにより制動圧を発生することができるよう構成されている。

【0026】ステアリング系制御装置20および走行系制御装置60は、それぞれ、車両挙動の安定化のための姿勢制御を行う。すなわち、ステアリング系制御装置20は、操舵用アクチュエータ2を制御することによって、車両挙動の安定化を図る。具体的には、ステアリングホイール1の操作角 $\delta h$ に基づいて、目標ヨーレート $\dot{\gamma}_t$ が演算され、ヨーレートセンサ16によって検出さ

れる車両の実ヨーレート $\gamma$ を目標ヨーレート $\gamma^*$ に収束させるべく、前輪4A、4Bの方向を制御する（ヨーレート制御）。

【0027】これに対して、走行系制御装置60は、車両の旋回半径の内方側または外方側の車輪における制動圧の大きさを制御することによって、車両の実ヨーレート $\gamma$ を目標ヨーレート $\gamma^*$ に収束させ、車両の姿勢制御を実現する。ステアリング系制御装置20は、通常走行時において、ステアリングホイール1の操作角 $\delta_h$ および操作トルク $T$ に基づいて、目標ヨーレート $\gamma^*$ を演算する。この目標ヨーレート $\gamma^*$ とヨーレートセンサ16によって検出される実ヨーレート $\gamma$ との偏差が演算され、この偏差に基づいて、前左右輪4A、4Bの転舵角の目標値である目標転舵角 $\delta^*$ が求められる。この目標転舵

$$\beta/C1 + \beta'/C2 > 1 \quad \text{かつ}$$

$\beta$ は、車両の横滑り角、 $\beta'$ は、車両の横滑り角速度（ $\beta' = d\beta/dt$ ）、 $C1$ 、 $C2$ は定数（たとえば、 $C1 = 1$ 度、 $C2 = 5$ 度/秒）である。これにより、横滑り角 $\beta$ が発散するような状況のときにのみ、姿勢制御のための転舵制御が行われるので、車両に横揺れが生じることを防止できる。

【0030】上述の従来の技術では、このような制御が制動時においても適用されており、そのため、とくに $\mu$ スプリット路上での制動時における車両姿勢の安定化に支障をきたしていた。すなわち、上述のような制御条件を舵取り機構の制御による姿勢制御に課することによって、制御の遅れ時間が生じる。この制御遅れ時間のために、 $\mu$ スプリット路上での制動初期に車両に生じるヨーレートを抑制することができず、車両姿勢が乱れてしまう。したがって、車両姿勢の安定化のためには、運転者が適切なステアリング操作を行わなければならない。

【0031】この問題を解決するために、この実施形態においては、ステアリング系制御装置20は、 $\mu$ スプリット路上における制動が検出されたときに、走行系制御装置60から与えられる制動状況データに基づき、舵取り機構を制御する。すなわち、ステアリング系制御装置20は、走行系制御装置60から、通信ライン50を介して制動状況データを取得する。この制動状況データには、ストップランプ信号データSTP、前左右輪4A、4Bのいずれの車輪速が大きいかを表す速度比較データWHv、および前左右輪4A、4Bの車輪速度差が所定のしきい値（たとえば、1.5～2.0km/h）を超えているかどうかの判定結果データWthが含まれている。

【0032】走行系制御装置60は、車輪速センサ62から入力される4つの車輪4A～4Bの車輪速データに基づき、前左右輪4A、4B速度差を演算する。そして、この演算された速度差に基づき、これを一定のしきい値と大小比較し、その比較結果を判定結果データWthとして通信ライン50に送出する。また、前左右輪4A、4Bのいずれの車輪速が大きいかを表す速度比較デ

ータ $\delta^*$ と転舵角センサ13によって検出される実転舵角 $\delta$ との偏差に応じて、操舵アクチュエータ2が駆動される。こうして、ステアリングホイール1の操作に応じた転舵が達成される。

【0028】ヨーレートの偏差に基づいて操舵アクチュエータ2を常時制御すると、平常の直進走行時においても、とくに低速走行域において車両に激しい横揺れが発生する。すなわち、操舵アクチュエータ2が過剰制御状態となる。この過剰制御状態を防止するために、下記(1)式に示す制御条件が設定されている。すなわち、この制御条件が満たされることを条件に、ヨーレートの偏差に基づく姿勢制御が実行されるようになっている。

【0029】

$$\beta\beta' > 0 \quad \dots\dots (1)$$

ータWHvを作成して、通信ライン50に送出する。ストップランプ信号STPは、車両のストップランプが点灯しているかどうかを表すデータであり、制動機構が作動しているか否かを表す制動機構作動状況データに相当する。

【0033】ストップランプ信号データSTP、速度比較データWHvおよび判定結果データWthはそれぞれ1ビットのデータで表すことができる。ステアリング系制御装置20と走行系制御装置60とは、たとえば、1バイト（8ビット）単位でデータの授受を行っている。したがって、上述の制動状況データは、通信ライン50を介してやりとりされる1バイトのデータ中の3ビットを用いて授受することができる。

【0034】図2は、いわゆる $\mu$ スプリット路上における制動の様子を説明するための図解図である。 $\mu$ スプリット路面70は、車両80の進行方向85に向かって右側が乾いたアスファルトの路面のような高 $\mu$ 路71であり、車両80の進行方向85に向かって左側の路面が、氷面のような低 $\mu$ 路72である。車両80の右側車輪4B、4Dが高 $\mu$ 路面71上にあり、左側車輪4A、4Cが低 $\mu$ 路72上にある状態で、ブレーキペダル51を踏み込むと、車両80には、矢印81方向のヨーモーメントが生じる。この矢印81方向のヨーモーメントを打ち消すべく、ステアリング系制御装置20および走行系制御装置60がそれぞれ姿勢制御動作を行う。

【0035】制動期間中において、ステアリングホイール1を意識的に可能な限り中立位置に保持すると、従来からの舵取り姿勢制御では、制御の遅れのために、車両80は、ライン83に沿った曲線軌跡を描く。これを防止するために、運転者は、車両80を進行方向85に向けようとしてステアリングホイール1を激しく操作し、参照符号82で示すほぼ直線に沿う軌跡で車両80を走行させようとする。図3は、ステアリング系制御装置20の動作を説明するためのフローチャートである。ステアリング系制御装置20は、ストップランプ信号データ

STPを参照することにより、制動機構が作動しているかどうかを判断する(ステップS1)。制動機構が作動していれば、さらに、判定結果データWthを参照して、左右前輪4A、4Bの速度差がしきい値を超えているかどうかを判断する(ステップS2)。この判断が肯定されれば、ステアリング系制御装置20は、さらに、速度比較データWHvを参照して、前輪4A、4Bのうち左右いずれの車輪の車輪速が小さいかを判別する(ステップS3)。もしも、右側前輪4Bの車輪速の方が小さい場合には、目標転舵角 $\delta^*$ に右方向への一定舵角

(たとえば、約2度)の転舵に対応した制御舵角を加算する(ステップS4)。これに対して、左側前輪4Aの車輪速の方が小さい場合には、目標転舵角 $\delta^*$ に左方向への一定舵角(たとえば、約2度)の転舵に対応した制御舵角を加える(ステップS5)。これによって、車輪速が小さい方に回転する制御ヨーモーメントが車両に与えられることになる。

【0036】図4は、 $\mu$ スプリット路上における制動時の車輪速の変化を示すグラフである。この図4には、前左右輪4A、4Bの制動開始からの時間経過に応じた車輪速変化が示されている。高 $\mu$ 路面71上にある右側前輪4Bの車輪速は、制動圧が加えられた直後においても、急激に低下することはない。これに対して、低 $\mu$ 路面72上にある左側前輪4Aは容易にスリップするから、制動圧が加えられると、その車輪速が急激に低下する。このとき、図2において、矢印81方向にヨーモーメントが生じることになる。

【0037】これに対して、ステアリング系制御装置20は、車輪速が小さい方、すなわち、左側への制御ヨーモーメントを車両80に与えるように、目標転舵角 $\delta^*$ に制御舵角を加える。これにより、ステアリングホイール1の操作に加えて、いわゆるカウンタ操舵制御が行われることになるから、車両姿勢が安定化される。したがって、運転者がステアリングホイール1を激しく操作しなくとも、車両80を直線的な軌跡82(図2参照)に沿って走行させ、かつ、車両姿勢を安定に保持したまま車両80を停止させることができる。

【0038】走行系制御装置60からの制動状況データに基づく上述の姿勢制御は、上記第(I)式に示された制御条件が満たされているか否かに関係なく速やかに実行される。この実施形態では、ステアリング系制御装置20を構成するECU(電子制御ユニット)は、たとえば、10ミリ秒を一周期とした制御周期で、操舵アクチュエータ2の制御のための演算を繰り返し実行している。ステアリング系制御装置20は、ストップランプ信号データSTPに基づき、制動機構が作動したと判断されると、たとえば、4制御周期または5制御周期の後、判定結果データWthが左右前輪4A、4Bの速度差がしきい値を超えていることを示す値であることを条件に、車輪速が小さい方向への転舵のための一定の制御

舵角を目標転舵角 $\delta^*$ に加える。このように、制動機構の作動から一定の微小時間(40~50ミリ秒)だけ遅れて制御舵角を目標転舵角 $\delta^*$ に加えることによって、平常の制動時に誤動作をしないようにすることができ、かつ、制動期間中においても、過剰制御が行われることがない。しかも、4~5制御周期程度の微小時間の間には、車両80に大きな回頭が生じることがない。したがって、この実施形態の制御によれば、良好な応答性で、車両80に生じるヨーモーメントを抑制することができる。

【0039】制動状況データに基づく操舵制御の遅れ時間は、上記一定の微小時間(40~50ミリ秒)に等しく、従来技術による制御遅れ時間(120~130ミリ秒)に比較して著しく短縮される。これにより、制動時における舵取り機構の制御による姿勢制御の応答性が格段に向上される。図5は、本件発明者による実験結果を示すグラフである。図5(a)は車両80のヨーレート $\gamma$ の時間変化を示し、図5(b)はステアリングホイール1の操作角 $\delta_h$ の時間変化を示し、図5(c)は転舵角センサ13によって検出される転舵角 $\delta$ の時間変化を示す。この図5(a)~(c)には、従来技術に関する試験データが併せて示されている。

【0040】図5(a)から、この実施形態の制御を採用することによって、車両80のヨーレート $\gamma$ を極めて安定化できることが理解される。また、図5(b)から、車両80を直進状態に保持するためにステアリングホイール1に加えられる操作が格段に減少されることが理解される。このことは、 $\mu$ スプリット路上における急制動操作時においても、運転者の技量によらずに、車両80の姿勢を安定化できることを意味する。さらに、図5(c)からは、制動初期における転舵角変化の応答性が著しく改善されていることが理解される。

【0041】以上のように、この実施形態によれば、制動機構が作動しているときに、左右前輪4A、4Bの車輪速の差が一定のしきい値を超えているときには、 $\mu$ スプリット路上における制動が行われているとみなされる。そして、 $\mu$ スプリット上における制動時には、車輪速の小さい方へ一定の制御舵角を加えることによって、良好な応答性で、制動初期に車両80に生じるヨーモーメントを抑制するようにしている。これによって、 $\mu$ スプリット路面上で急制動操作を行った場合でも、車両80の姿勢を安定に保持した状態で、良好な制動動作を達成できる。

【0042】以上、この発明の一実施形態について説明したが、この発明は、他の形態で実施することもできる。たとえば、上述の実施形態では、制動状況データに基づく姿勢制御が行われるときに、一定の制御舵角が車輪速度の小さい方に加えられることとしている。しかし、制動状況データに基づく姿勢制御の際に目標転舵角 $\delta^*$ に加えられる制御舵角は一定である必要はない。た

たとえば、左右前輪 4 A、4 B の速度差の大小に応じて、制御舵角を可変設定してもよい。また、左右前輪 4 A、4 B に働く制動力の差の大小、または制動圧の差の大小に応じて、制御舵角を可変設定するようにしてもよい。そのほか、左右の制動力の差に対応して変化する適当な物理量があれば、このような物理量に応じて制御舵角を可変設定することもできる。

【0043】また、上述の実施形態では、ストップランプ信号データ STP、速度比較データ WHV および判定結果データ Wth が通信ライン 50 を介して走行系制御装置 60 からステアリング系制御装置 20 に与えられることとしている。しかし、たとえば、ストップランプ信号データ STP および左右の前車輪 4 A、4 B の車輪速データが、通信ライン 50 を介して走行系制御装置 60 からステアリング系制御装置 20 に与えられるようにしてもよい。この場合には、ステアリング系制御装置 20 において、左右前輪 4 A、4 B の車輪速の大小比較およびそれらの速度差が一定のしきい値を超えているかどうかの判定を行うことになる。

【0044】また、上述の実施形態では、舵取り機構の制御による姿勢制御と制動機構の制御による姿勢制御とが併用される例について説明したが、走行系制御装置 60 は、必ずしも制動機構の制御による姿勢制御を行うものである必要はない。すなわち、車両 80 の姿勢制御が専ら舵取り機構の制御によって行われる場合にも、この発明を適用することができる。むろん、車輪速に関するデータを走行系制御装置 60 から通信ライン 50 を介して取得する構成とする必要もなく、車輪速センサ 62 の出力信号をステアリング系制御装置 20 に直接取り入れるようにしてもよい。

【0045】また、上述の実施形態では、舵取り機構とステアリングホイール 1 とが機械的に結合されていない、いわゆるステア・バイ・ワイヤ・システムを例にとったが、ステアリングホイール 1 と舵取り機構とが機械的に連結されている車両用操舵装置に対してもこの発明を適用することができる。たとえば、舵取り機構に操舵補助力を与えるためのパワーステアリング装置を用いて、操舵輪の転舵角を制御することによって車両の姿勢制御を行うことができる。また、ステアリングホイール 1 と舵取り機構との間にクラッチを介装して、ステアリングホイール 1 と舵取り機構とを必要に応じて機械的に連結したり、この連結を解除したりすることができる構

成が採用されてもよい。

【0046】その他、特許請求の範囲に記載された技術的事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施形態に係る車両用操舵装置の基本的な構成を説明するための概念図である。

【図 2】いわゆる  $\mu$  スプリット路上における制動の様子を説明するための図解図である。

【図 3】ステアリング系制御装置の動作を説明するためのフローチャートである。

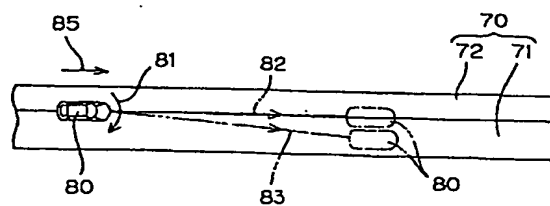
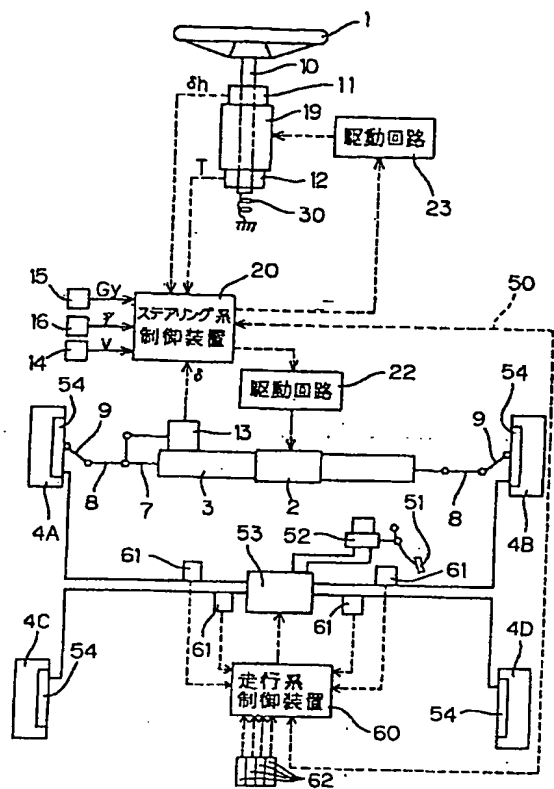
【図 4】 $\mu$  スプリット路面上で制動操作を行った場合の左右車輪の車輪速の時間変化を示す図である。

【図 5】 $\mu$  スプリット路面上で制動操作を行った場合のヨーレート、ステアリングホイール操作角および舵取り車輪の転舵角の時間変化を示す図である。

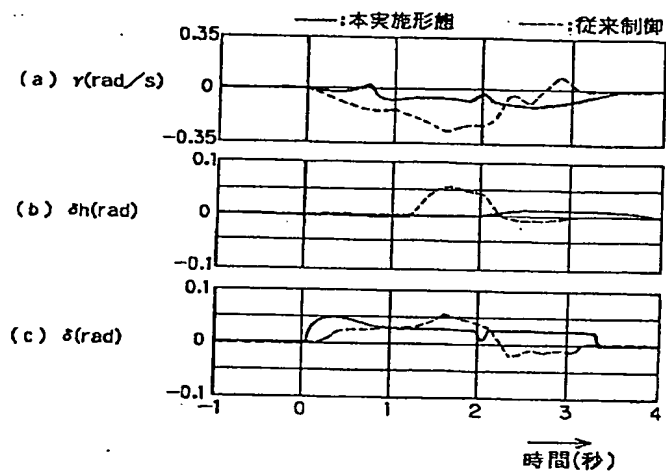
#### 【符号の説明】

- 1        ステアリングホイール
- 2        操舵用アクチュエータ
- 3        ステアリングギア
- 4 A, 4 B    前車輪
- 4 C, 4 D    後車輪
- 1 1       角度センサ
- 1 2       トルクセンサ
- 1 3       転舵角センサ
- 1 4       速度センサ
- 1 5       横加速度センサ
- 1 6       ヨーレートセンサ
- 1 9       反力アクチュエータ
- 2 0       ステアリング系制御装置
- 5 0       通信回線
- 5 1       ブレーキペダル
- 5 2       マスターシリンダ
- 5 3       制動圧制御ユニット
- 5 4       ブレーキ装置
- 6 0       走行系制御装置
- 6 1       制動力センサ
- 6 2       車輪速センサ
- 7 0        $\mu$  スプリット路
- 7 1       高  $\mu$  路
- 7 2       低  $\mu$  路
- 8 0       車両

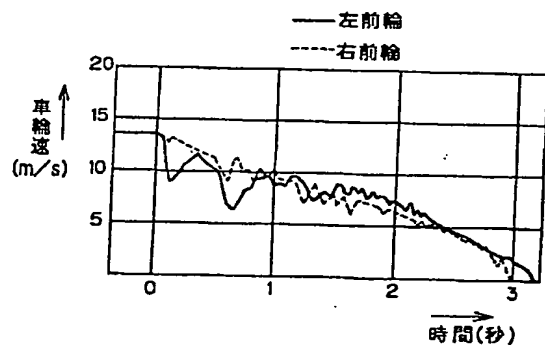
【圖 2】



【図 5】

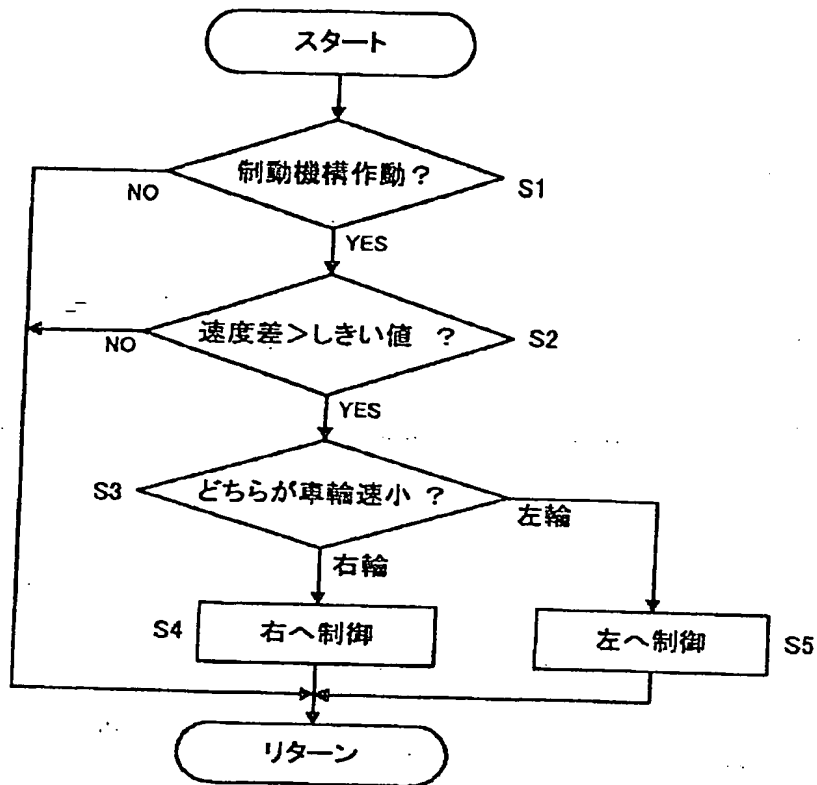


【図4】





【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 瀬川 雅也  
 大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
 精工株式会社内

(72) 発明者 葉山 良平  
 大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋  
 精工株式会社内

Fターム(参考) 3D032 CC02 CC05 DA03 DA15 DA23  
 DA24 DA29 DA33 DA51 DB10  
 DB11 DC33 DD02 DD17 EA01  
 EB04 EC23 EC29 FF01 GG01